

Лабораторная работа

«Оценка диаметра атома методом рядов (с использованием фотографий)»

Цель работы: Оценить диаметр атома (на примере атома углерода в графите/графене) методом рядов, используя фотографию кристаллической решётки, полученную с помощью сканирующего туннельного микроскопа (СТМ) или приведённую в учебных материалах.

Приборы и материалы:

- Фотография (изображение) атомарной структуры поверхности графита (ВОПГ — высокоориентированный пиролитический графит), полученная методом СТМ.
- Линейка измерительная.
- Лупа (по возможности).
- Калькулятор.
- Карандаш, прозрачная плёнка

Теоретическое обоснование

Метод рядов — способ измерения малых величин, при котором измеряется суммарная длина большого числа одинаковых объектов (N), а затем результат делится на их количество:

$$d = L : N$$

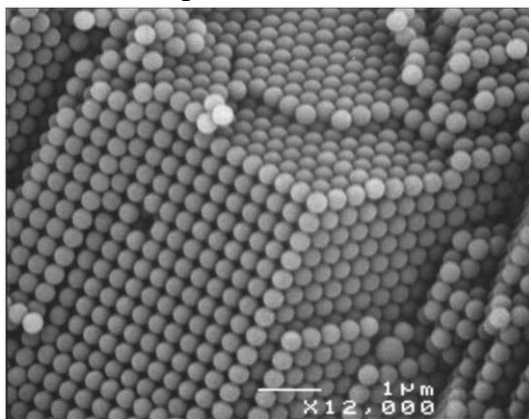
где:

- d — искомый диаметр одного объекта (атома),
- L — измеренная длина ряда из N атомов,
- N — число атомов в ряду.

Поскольку разрешение обычной линейки составляет 1 мм, а диаметр атома $\sim 10^{-10}$ м, прямое измерение невозможно. Однако на фотографии СТМ атомы видны как периодические «бугорки», и расстояние между ними можно измерить в миллиметрах. Зная масштаб снимка (или сравнивая с известным параметром решётки графита), можно перейти к реальным размерам.

Ход работы

1. Подготовка изображения



2. Измерение методом рядов

1. Выберите на фотографии хорошо различимый ряд атомов (наиболее чёткий участок).
2. Отметьте на изображении $N = 10$ (или более) последовательных атомов в одном ряду.
3. Измерьте линейкой длину L этого ряда в миллиметрах (от центра первого атома до центра последнего). Для повышения точности повторите измерение 3 раза и найдите среднее.

3. Оценка диаметра атома

Для графита расстояние между соседними атомами углерода в слое (длина связи C—C) составляет примерно 0,142 нм. Если рассматривать «бугорки» на СТМ-изображении, они соответствуют отдельным атомам, и диаметр атома можно оценить как:

$$d \approx a_{\text{нм}} d \approx a_{\text{нм}}$$

(в первом приближении, считая атомы плотно упакованными).

Более точная оценка: $d_{\text{атома}} \approx 0,14 \text{ нм}$ для углерода.